



**University of  
Zurich**<sup>UZH</sup>

**Zurich Open Repository and  
Archive**

University of Zurich  
University Library  
Strickhofstrasse 39  
CH-8057 Zurich  
[www.zora.uzh.ch](http://www.zora.uzh.ch)

---

Year: 2016

---

## **Die digitale Abformung mit dem Intraoralscanner : Intraorale Scansysteme: Kaufentscheidungen und System Übersicht**

Zimmermann, Moritz

Abstract: Scannen Sie schon, oder formen Sie (immer noch) konventionell ab? Im ersten Teil der Beitragsserie zum Thema Intraoralscanner wurde bereits das große Potenzial der digitalen intraoralen Abformung beschrieben. Neben den Vorteilen und Einschränkungen des Intraoralscans wurden zudem die grundsätzlichen Funktionsprinzipien der intraoralen Scansysteme erläutert. Wenngleich die Vorteile der digitalen intraoralen Abformung für den Anwender heutzutage womöglich so deutlich wie niemals zuvor sind, so fällt dem Anwender die Entscheidung für das „richtige“ intraorale Abformsystem jedoch immer schwerer.

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-131541>

Journal Article

Accepted Version

Originally published at:

Zimmermann, Moritz (2016). Die digitale Abformung mit dem Intraoralscanner : Intraorale Scansysteme: Kaufentscheidungen und System Übersicht. Zahnheilkunde, Management, Kultur:online.

# **Intraorale Scansysteme: Kaufentscheidungen und System Übersicht**

## **EINLEITUNG**

Scannen Sie schon, oder formen Sie (immer noch) konventionell ab? Im ersten Teil der Beitragsserie zum Thema Intraoralscanner wurde bereits das große Potential der digitalen intraoralen Abformung beschrieben. Neben den Vorteilen und Einschränkungen des Intraoralscans wurden zudem die grundsätzlichen Funktionsprinzipien der intraoralen Scansysteme erläutert. Wenngleich die Vorteile der digitalen intraoralen Abformung für den Anwender heutzutage womöglich so deutlich wie niemals zuvor sind, so fällt dem Anwender die Entscheidung für das "richtige" intraorale Abformsystem jedoch immer schwerer. Angesichts des immer größer werdenden Angebots an intraoralen Scansystemen, stellt sich der Anwender zurecht die Frage: was ist das für mich am Besten geeignete intraorale Scansystem? Welche Punkte muss ich bei der Kaufentscheidung berücksichtigen? Darf ich den Versprechungen der Dentalindustrie wirklich glauben?

Der vorliegende Artikel soll eine Entscheidungshilfe beim Einstieg in die digitale Abformung mit Intraoralscannern geben. Neben den wichtigsten Fragen, die sich der Anwender vor dem Kauf stellen sollte, werden zudem sämtliche derzeit auf dem Markt verfügbaren relevanten intraoralen Scansysteme und deren Indikationen vorgestellt.

## **ENTSCHEIDUNGEN**

### Puderpflichtig vs. Puderfrei

Die Einteilung der intraoralen Scansysteme in puderfreie und puderpflichtige Systeme wurde im letzten Artikel in besonderem Hinblick auf die unterschiedlichen Aufnahmeprinzipien der intraoralen Scansysteme bereits erläutert. Für den Anwender stellt sich oftmals die Frage, ob der Intraoralscanner unbedingt puderfrei sein muss. Grundsätzlich gilt, dass puderpflichtige Systeme nicht zwangsläufig schlechtere Ergebnisse liefern. Der Prozess des Bepuderns der Zahnoberfläche stellt jedoch einen oftmals umständlichen Prozess dar. Gerade für Ganzkieferabformungen ist das Bepudern eher umständlich und mit einem aufwändigen Weichgewebsmanagement verbunden. Sollen Implantate intraoral mit einem Intraoralscanner abgeformt werden, führt kein Weg an einem puderfreien Scansystem vorbei. Es bleibt zudem anzumerken, dass puderpflichtige Systeme grundsätzlich keine Farbdarstellung der gescannten Bereiche ermöglichen, sondern ausschließlich monochrome Darstellungen.

### Einzelbild vs. Videosequenz

Neben der Notwendigkeit der Konditionierung der Zahnoberfläche mit Puder, ist der Aufnahmemodus mittels Einzelbilder oder kontinuierlicher Videosequenz ein weiteres Einteilungskriterium von Intraoralscannern. Es muss angemerkt werden, dass auch der Videomodus im Grunde nichts anderes ist als eine "schnellere" Aufnahme von Einzelbildern. Bei der CEREC Omnicam werden zum Beispiel 18 einzelne Aufnahmen pro Sekunde angefertigt und somit eine Aufnahmegeschwindigkeit von bis zu 6 cm pro Sekunde ermöglicht. Trotzdem bleibt zu beachten, dass Einzelbildsysteme z.B. bei Quadrantenscans eine höhere Aufnahmegeschwindigkeit besitzen. Für Gesamtkieferscans ist ein Videosequenzsystem jedoch im Handling sicher vorteilhafter. Eine Videosequenz stellt jedoch ebenfalls eine größere Herausforderung an die Genauigkeit dar, da entsprechend mehrere Einzelbilder korrekt gematcht werden müssen.

### Monochrom vs. Echtfarben

Der Einfluss der Notwendigkeit der Bepuderung der Zahnoberfläche auf die Farbdarstellung wurde bereits beschrieben. Es ist offensichtlich, dass der Trend bei intraoralen Scansystemen klar in Richtung Echtfarbendarstellung geht. Durch eine derartige Farbdarstellung können wertvolle Zusatzinformationen wie z.B. Gingivatextur, Zahnverfärbungen etc. gewonnen werden und im Rahmen der Patientenkommunikation genutzt werden. Erste intraorale Scansystem die eine Zahnfarbenbestimmung direkt am digitalen Scan ermöglichen wie z.B. beim 3 Shape Trios3 Intraoralscanner sind bereits erhältlich und ermöglichen somit eine objektive und zudem schnelle Bestimmung der korrekten Zahnfarbenrestauration.

### Offenes vs. Geschlossenes System

Bei CAD/CAM Systemen gilt es grundsätzlich zwischen offenen und geschlossenen Systemen zu unterscheiden. Ein offenes System kennzeichnet sich dadurch, dass die an der jeweiligen Schnittstelle im CAD/CAM Prozess erzeugten digitalen Datensätze von Programmen anderer Hersteller ebenfalls gelesen und verwendet werden können. Als Grundlage hierfür dient das sogenannte STL Dateiformat (Standard Tessellation Language). Das STL Format beschreibt die Oberfläche eines 3D Körpers als aus Dreiecken unterschiedlicher Größe zusammengesetzt. Viele Hersteller "codieren" die STL Dateien jedoch in andere Formate und machen die Dateien somit nur für herstellereigene Softwarelösungen kompatibel. Wenngleich ein geschlossenes System eine gewisse

Systembindung bedeutet, so sind die Schnittstellen jedoch auf die einzelnen Schritte entsprechend angepasst und aufeinander abgestimmt. Bei offenen Systemlösungen ist dies nicht der Fall. Es bleibt zudem grundsätzlich anzumerken, dass die Digitalisierung mittels Intraoralscanner nur die erste Schnittstelle im CAD/CAM Prozess darstellt. Weitere Schnittstellen ergeben sich zum CAD und CAM Bereich. Diese Schnittstellen müssen bei der Entscheidung für ein intraorales Scansystem ebenfalls berücksichtigt werden.

### Genauigkeit

Die Begriffe Präzision und Richtigkeit, die zusammen die Genauigkeit eines intraoralen Scansystems bestimmen, wurden bereits im letzten Artikel ausführlich beschrieben. Studien zeigen, dass die Genauigkeit von intraoralen Scansystemen nicht mehr in Frage zu stellen ist [1, 2]. Für den Anwender ist es wichtig zwischen sogenannten in-vitro Methoden d.h. am Modell oder in-vivo Methoden d.h. am Patienten zu unterscheiden. Es ist einfach nachvollziehbar, dass ein Scan am Patienten grundsätzlich schwieriger durchzuführen ist als an einem perfekten, idealisierten Demomodell. Wie eigene Studien zeigen, bestehen zudem große Genauigkeitsunterschiede je nach dem erfassten Scanbereich [3, 4]. Ein Quadrantenscan ist grundsätzlich genauer als ein Ganzkieferscan. Für den Anwender gilt es zudem zu beachten, dass Softwareupdates oftmals eine Verbesserung der Genauigkeit bedeuten, da bessere Algorithmen bei der Aufnahme und Modellerstellung eingesetzt werden. Dies ist der Grund, warum wenig etablierte intraorale Abformsysteme oftmals gerade in puncto Genauigkeit mit Vorsicht zu bewerten sind.

### Indikationen digitaler Workflow

Eine äußerst wichtige Entscheidung beim Einstieg in die digitale Abformung ist die Definition der Indikationen, die mit dem digitalen workflow abgedeckt werden soll. Es bietet sich grundsätzlich an eine Einteilung in die Bereiche chairside, labside, Implantologie und Kieferorthopädie vorzunehmen. Nicht jedes intraorale Scansystem deckt jeden Bereich gleich gut ab. So gibt es auf dem Markt derzeit nur wenige chairside Systeme d.h. Systeme bei der die Behandlung in einer Behandlungssitzung durchgeführt werden kann. Die Mehrzahl der verfügbaren intraoralen Scansysteme ist auf den sogenannten labside workflow d.h. das Versenden der digital erfassten Daten an ein Labor ausgelegt. Die in diesem Artikel sich anschließende Übersicht intraorale Scansysteme, gibt einen umfassenden Überblick über die jeweiligen Indikationsbereiche für das jeweilige intraorale Scansystem.

### Möglichkeit digitale Dateifusion

Wie bereits mehrfach erwähnt, ist die digitale Abformung weit mehr als nur die Erfassung der Zahnoberfläche. Spezielle CAD/CAM Lösungen ermöglichen bereits heute die direkte Weiterverarbeitung der digitalen erfassten Daten mit anderen digitalen Systemen wie z.B. dem DVT. Für diese Zwecke muss das Scansystem jedoch mit der anderen digitalen Komponente kompatibel sein. Durch die Möglichkeit der digitalen Dateifusion ergeben sich äußerst vielversprechende Optionen wie beispielsweise die rein digital geplante, voll navigierte Implantation mit CAD/CAM gefertigten Bohrschablonen. In Zukunft sind solche sogenannte "backward planning" Ansätze sicher auch im Bereich Kieferorthopädie denkbar um beispielsweise Zahnbewegungen vorhersagbar unter Berücksichtigung des jeweiligen Knochenangebots durchzuführen.

### Lernkurve

Das jeweilige Handling des intraoralen Scansystems ist für viele Anwender sicher wesentlich entscheidend. Hierbei zeigen die Scansysteme deutliche Unterschiede. Vor allem die Größe des Scannkopfes erleichtert bzw. erschwert in manchen Fällen die Durchführung der intraoralen Abformung. Die Durchführung der digitalen Abformung folgt jedoch grundsätzlich bei jedem System anfangs einer sehr flachen Lernkurve und muss entsprechend trainiert werden. Studien zeigen zudem, dass die Genauigkeit des intraoralen Scan von sogenannten Scanpfaden abhängt, d.h. der Scanner nicht beliebig über die Zahnoberfläche geführt werden sollte [5]. Es ist daher verständlich, dass der momentane Trend in der Entwicklung darauf abzielt, den Prozess der digitalen Abformung zu vereinfachen. Sogenannte "guided-scanning" Verfahren und farbige Scan Feedback Mitteilungen an den Anwender während des Scanprozesses sind erste Schritte in diese Richtung.

### Preis

Der (immer noch) hohe Systempreis für intraorale Scansysteme stellt oftmals eine Hürde und eine wichtige Entscheidungsgrundlage für oder eben gegen den Einstieg in die digitale Abformung da. Ein steigender Konkurrenzdruck für bereits etablierte Hersteller ist jedoch bereits beobachtbar. Es gilt zu beachten, dass neben den einmaligen Investitionskosten für das Scansystem je nach Hersteller oftmals weitere Kostenfaktoren wie z.B. Scanfees und Lizenzgebühren für Software bzw. Updates anfallen können.

## **ÜBERSICHT INTRAORALE SCANSYSTEME**

Im Folgenden soll eine Übersicht über die derzeit auf dem Markt erhältlichen relevanten intraoralen Scansysteme gegeben werden. Es wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben, die Auflistung der Scanner erfolgt in alphabetischer Reihenfolge der Hersteller. Neben dem grundsätzlichen digitalen workflow werden die intraoralen Scansysteme zudem hinsichtlich der bereits genannten jeweiligen Anwendungsgebiete chairside, labside, Implantologie und Kieferorthopädie betrachtet. Für den Bereich Implantologie werden die Aspekte prothetische Rekonstruktion und Implantatplanung betrachtet, für den Bereich Kieferorthopädie die Aspekte Behandlungsplanung und Apparatur Design.

### 3M ESPE - True Definition Scanner

Der True Definition Scanner ist seit dem Jahr 2014 auf dem deutschen Markt erhältlich. Das Aufnahmeprinzip ist das sogenannten Active Wavefront Sampling, eine Weiterentwicklung des Prinzips der Stereovermessung. Bedingt durch den Aufnahmemodus erfordert der Intraoralscanner die Bepuderung der Oberfläche. Die erzeugten 3D Daten sind monochrom. Der Intraoralscanner ist ausschließlich als Cart Version mit Touchscreen erhältlich. Der digitale workflow erfolgt über die firmeninterne Cloud Plattform 3M Connection Center. Im Bereich Implantologie ist sowohl die Implantatplanung als auch die prothetische Versorgung für Implantate der Hersteller Straumann und Biomet offiziell als workflow etabliert. Im Bereich Kieferorthopädie sind Schnittstellen zu 3M Unitek für Incognito Behandlungen sowie zu Align Technology für die Invisalign Alignertherapie vorhanden.

## **ABBILDUNG 1**

### 3SHAPE - Trios3

Der Trios3 Intraoralscanner ist seit Ende 2015 auf dem deutschen Markt neben den Vorgängerversionen Trios Standard (monochrom) und Trios Color (Echtfarben) erhältlich. Wie bei den Vorgängermodellen Trios Standard bzw. Color ist das Aufnahmeprinzip die konfokale Mikroskopie. Der Intraoralscanner arbeitet puderfrei und in Echtfarben und ist als USB Variante, als Cart Variante mit Touchscreen und als in die Behandlungseinheit integrierte Variante verfügbar. Der digitale Workflow erfolgt über die Cloud Plattform 3Shape Trios Inbox. Im Bereich Implantologie ist eine spezielle CAD Software zur Implantatplanung und Versorgung für verschiedene Systemlösungen erhältlich (3Shape Implantstudio). Im Bereich Kieferorthopädie sind ebenfalls separate Softwarelösungen (3Shape Ortho Studio und Appliance Designer) erhältlich.

## **ABBILDUNG 2**

### ALIGN TECHNOLOGY - iTero element

Der iTero element Intraoralscanner ist seit Ende 2015 auf dem deutschen Markt erhältlich und der Nachfolger des bekannten iTero Scanners. Das Aufnahmeprinzip erfolgt nach dem Prinzip der konofokalen Mikroskopie und ist derzeit (noch) auf monochrome Aufnahmen beschränkt. Die Aufnahme erfordert keine Bepuderung der Zahnoberfläche. Der iTero element ist als Cart Version und als Tischgerät mit Touchscreen erhältlich. Der digitale Workflow erfolgt stets über die Cloud Plattform MyAligntech. Der Schwerpunkt im digitalen Worklow liegt naturgemäß im Bereich Kieferorthopädie und ermöglicht u.a. eine offizielle Schnittstelle zur Invisalign Alignertherapie. Im Bereich Implantologie besteht ein offizieller Workflow mit Straumann.

## **ABBILDUNG 3**

### CARESTREAM - CS3500

Der CS3500 Intraoralscanner wurde erstmals 2013 vorgestellt und nutzt das Aufnahmeprinzip der aktiven Triangulation mit Echtfarbendarstellung. Der Scanner arbeitet puderfrei und ist als USB Variante und in die Behandlungseinheit integrierte Variante erhältlich. Der digitale workflow erfolgt über die Cloud Plattform CS Connect. Zusätzlich ist auch ein chairside workflow dank einer Schnittstelle zu einer eigenen kompakten Schleifmaschine CS3000 möglich. Im Bereich Kieferorthopädie ist eine eigene Softwarelösung zur Modellanalyse vorhanden (CS Model). Eigene Konzepte zur Implantatplanung und -versorgung sind derzeit noch in Entwicklung. Als Besonderheit verfügt der CS3500 Intraoralscanner verfügt über ein Scanfeedback mittels eines speziellen Farbindikationssystems während des Scanvorgangs.

## **ABBILDUNG 4**

### DENTALWINGS - dwio

Der dwio Intraoralscanner ist eine Weiterentwicklung des Steinbichler DigImprint Intraoralscanners und seit Ende 2015 auf dem Markt erhältlich. Das Aufnahmeprinzip ist eine Weiterentwicklung des Stereosehens. Der Intraoralscanner ist ausschließlich als Cart Variante erhältlich und arbeitet puderfrei und (noch) monochrom. Der digitale workflow erfolgt über die Cloud Plattform DWOS Connect. Eigene Softwarelösungen für den Implantat workflow (Planungssoftware coDiagnostiX) und den Kieferorthopädie workflow (Modellanalyse Software DWOS Orthodontic) sind teilweise etabliert. Als Besonderheit sind die

berührungslose Menü Steuerung mittels sogenannten "motion capturing" und ein Scanfeedback mittels Farbindikationssystem zu nennen.

## **ABBILDUNG 5**

### GC - AADVA

Der AADVA Intraoralscanner ist eine Weiterentwicklung des bereits vor einigen Jahren vorgestellten Intraoralscanners a.tron 3D bluescan-I. Das Aufnahmeprinzip ist die konfokale Mikroskopie. Der Intraoralscanner ist ausschliesslich als Cart Variante erhältlich und arbeitet puderfrei und (noch) monochrom. Der digitale workflow läuft über die eigene Cloud Plattform AADVA Connect. Eigene workflows für die Bereiche Implantologie und Kieferorthopädie sind nicht etabliert.

## **ABBILDUNG 6**

### KAVO - Lythos

Der Lythos Intraoralscanner ist eine Weiterentwicklung des seit 2013 erhältlichen Intraoralscanners der Firma Ormco. Während der Ormco Lythos Scanner auf eine eher kieferorthopädische Zielgruppe ausgerichtet ist und ausschliesslich monochrome Ganzkieferscans ermöglicht, ist der KaVo Lythos Scanner auch in der Lage Echtfarbenscan von kleineren Zahnbereichen aufzunehmen. Das Aufnahmeprinzip erfolgt nach dem Prinzip der Triangulation. Der Intraoralscanner ist ausschliesslich als Tischvariante erhältlich. Neben einem chairside workflow mit Schnittstellen zu eigenen Schleifmaschinen besteht ein labside workflow mittels Datenversand über eine eigene Cloud Plattform. Eigene workflows für die Bereich Implantologie und Kieferorthopädie sind nicht etabliert.

## **ABBILDUNG 7**

### PLANMECA - PlanScan

Ursprünglich ausschließlich in den USA von der Firma E4D vertrieben, ist der Intraoralscanner Planscan seit einigen Jahren auch in Europa erhältlich. Der PlanScan Intraoralscanner arbeitet puderfrei in Echtfarben nach dem Prinzip der aktiven Triangulation. Der Intraoralscanner ist als USB Variante und als in die Behandlungseinheit integrierte Variante erhältlich. Der Intraoralscanner ermöglicht einen eigenen chairside workflow mittels der vorhandenen kompakten Schleifmaschine PlanMill 40. Der labside workflow ist mittels der Planmeca Romexis Cloud Plattform etabliert. Eigene workflows für die Bereiche Implantologie und Kieferorthopädie sind nicht etabliert.



## **ABBILDUNG 8**

### DENTPLY SIRONA - CEREC Omnicam

Neben den ebenfalls von Dentsply Sirona angebotenen Intraoralscannern CEREC Bluecam (puderpflichtig, monochrom, Einzelbilder) und Apollo DI (puderpflichtig, monochrom, Videosequenz) ist die CEREC Omnicam der neueste Intraoralscanner und seit dem Jahr 2013 auf dem Markt erhältlich. Der Intraoralscanner arbeitet pudernfrei in Echtfarben nach dem Prinzip der aktiven Triangulation. Die CEREC Omnicam ist als Cart Variante, USB Variante und als in die Behandlungseinheit integrierte Variante erhältlich. Über die Cloud Plattform Sirona Connect besteht der Anschluss an den labside workflow. Der chairside workflow ist etabliert, ebenfalls sind Schnittstellen zu eigenen Implantatplanungs- und versorgungsvarianten gegeben. Für den Bereich Kieferorthopädie existiert eine separate Softwarelösung zur Ganzkieferaufnahme mittels "guided-scanning" Verfahren.

## **ABBILDUNG 9**

### **SCHLUSSFOLGERUNG**

Niemals zuvor war das Angebot an intraoralen Scansystemen größer als bisher. Angesichts des immer größer werdenden Angebots an intraoralen Scansystemen fällt die Entscheidung für das "richtige" System jedoch zusehends schwerer. Gleichzeitig scheinen noch viele Hürden zu nehmen, bis die digitale intraorale Abformung ein unverzichtbarer Bestandteil in der Praxis werden wird. Die Indikationserweiterung der intraoralen Scansysteme d.h. die Erweiterung der Möglichkeiten die der digitale workflow dem digital abformenden Anwender bietet ist hierbei ein wichtiger Bestandteil. Es ist außer Frage, dass in Zukunft mit einer deutlichen Indikationserweiterung durch eine verstärkte Integration der digitalen Abformung in Diagnostik- und Therapiekonzepte zu rechnen ist. Diese Indikationserweiterung wird mit großer Sicherheit zu einer weiteren Verbreitung der intraoralen Scansysteme führen. Es ist demnach außer Frage, ob die digitale intraorale Abformung den konventionellen workflow ablösen kann und wird. Für den Anwender stellt sich heutzutage vielmehr die Frage, wann ein Einstieg in den digitalen workflow für ihn, sein Praxiskonzept und sein Team sinnvoll ist. Der vorliegende Beitrag soll bei diesem Entscheidungsprozess eine wertvolle Unterstützung sein.

## LITERATURANGABEN

1. Ender, A. and A. Mehl, *Accuracy of complete-arch dental impressions: a new method of measuring trueness and precision*. J Prosthet Dent, 2013. **109**(2): p. 121-8.
2. Ender, A. and A. Mehl, *In-vitro evaluation of the accuracy of conventional and digital methods of obtaining full-arch dental impressions*. Quintessence Int, 2015. **46**(1): p. 9-17.
3. Ender, A., et al., *In vivo precision of conventional and digital methods for obtaining quadrant dental impressions*. Clin Oral Investig, 2015.
4. Ender, A., T. Attin, and A. Mehl, *In vivo precision of conventional and digital methods of obtaining complete-arch dental impressions*. J Prosthet Dent, 2016. **115**(3): p. 313-20.
5. Ender, A. and A. Mehl, *Influence of scanning strategies on the accuracy of digital intraoral scanning systems*. Int J Comput Dent, 2013. **16**(1): p. 11-21.

## **ABBILDUNGSVERZEICHNIS**

<b>Abbildung 1</b>	3M True - Definition Scanner
<b>Abbildung 2</b>	3Shape - Trios3
<b>Abbildung 3</b>	Align Technology - iTero element
<b>Abbildung 4</b>	Carestream - CS3500
<b>Abbildung 5</b>	Dentalwings - dwio
<b>Abbildung 6</b>	GC - AADVA
<b>Abbildung 7</b>	KaVo - Lythos
<b>Abbildung 8</b>	Planmeca - PlanScan
<b>Abbildung 9</b>	Sirona - CEREC Omnicam